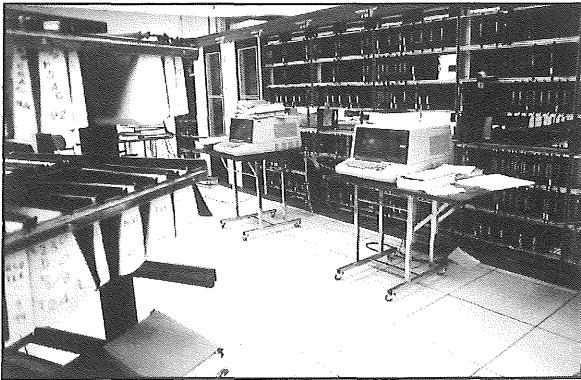


EL ENTORNO DE LAS TECNOLOGÍAS EMERGENTES

J. A. MARTIN PEREDA *



Resulta bastante difícil en este momento, y quizás lo haya sido siempre igual, tener una idea clara acerca de cuál es la verdadera relación entre el hecho de introducir una nueva técnica o desarrollar una cierta tecnología, y las consecuencias que de ello se derivan en el entorno en el que esto ocurre. Casi todas las previsiones que se han hecho en el pasado acerca de las repercusiones finales que pudiera tener una recién estrenada revolución industrial, han resultado fallidas en la mayor parte de los casos.

Por otra parte, y también quizás como antes, nos encontramos hoy en una situación en la que todo, o casi todo, ha sido ya dicho, y poco, o muy poco, puede decirse que sea medianamente original. A pesar de ello, cada día se escribe más y quizá también por eso, cada día hay más inercia para leer menos. Parece que de una manera inconsciente apenas se sigan las viejas palabras de Diógenes de Apolonia cuando decía: «A mi parecer, quien da comienzo a una razón cualquiera tiene que presentar un principio indiscutible y una explicación sencilla y grave». En una especie de autorrecreación, las variantes sobre las ideas se multiplican fagocitándose regenerativamente. Y la inflación adquiere caracteres a veces alarmantes.

Situación global de la tecnología

W. A. Atherton (1) comenta, indirectamente, algo así como los recuerdos que en su infancia le podría contar un octogenario actual a su nieto. Cuando era pequeño, le diría, muy poca gente tenía noción de lo que era la luz eléctrica y sólo unos pocos la habían visto en alguna exhibición o en ciertas calles de alguna gran ciudad. Otros pocos, posiblemente, habían leído en un periódico la noticia de los ensayos de Marconi transmitiendo sin hilos; algunos, los menos, hasta quizás hubiesen enviado un telegrama, pero casi ninguno había llegado a hablar por teléfono. La mayor parte, eso sí, estaban ya familiarizados con las máquinas de vapor porque las

De los innumerables estudios realizados hasta hoy en torno a las relaciones de la tecnología con el entorno en el que se desarrolla, una de las conclusiones más generalmente aceptadas es la del grado de multiplicidad de sus resultados. Multiplicidad que afecta no sólo a sus polivalentes aplicaciones en muy dispares campos, sino también a su grado de factorización creadora. En cierta manera, la situación es equivalente a la del tablero de ajedrez en el que en la primera casilla se puso un grano de trigo, en el segundo, dos, en el tercero, cuatro... Si hace un siglo podían contarse con los dedos de una mano, y quizás a veces sobaban algunos, las innovaciones tecnológicas que surgían por año, en la actualidad no serían suficientes los veinte dedos del cuerpo para contar, quizás, las que surgen al cabo del día.

habían visto en las fábricas o en las locomotoras. Y casi todos consideraban, finalmente, que el volar era algo con un futuro un tanto incierto.

Pero si esto mismo lo hubiera dicho otro octogenario al octogenario actual cuando éste era un niño, la lista que presentaría sería mucho menor y, sobre todo, menos sorprendente de noticias. Repitiendo un nuevo salto atrás, las novedades que podrían presentarse como surgidas en esos años serían casi nulas. Y si ya nos retrotrájeramos a, por ejemplo, la época de los romanos, un nieto y su abuelo habrían visto prácticamente los dos la misma

Aparece una especie de nuevo servicio: la educación permanente para la actualización constante de los tecnólogos

sociedad. Los únicos cambios que se contarían de unos a otros serían los derivados de la sucesión de gobernantes o las batallas habidas con los bárbaros. Pero nada más.

La sociedad tecnológica

A pesar de lo anterior, y esto es lo único que tienen en común tanto los octogenarios de hoy como los de hace varios siglos, todos ellos han vivido en una sociedad tecnológica.

Y la diferencia fundamental entre ambas es que la actual es una sociedad tecnológica basada en la ciencia, mientras que la de hace no muchos años se asentaba en la artesanía y en las habilidades de los tecnólogos de entonces.

Dos son las diferencias más inmediatas que se nos presentan en la configuración actual de nuestra sociedad, con respecto a la tecnología y en relación con las previas. La primera es la de la velocidad de introducción de nuevos conceptos, cada vez más acelerada, en los hechos habituales de cada día. La segunda, la de la influencia absoluta de la ciencia sobre las tecnologías que se están desarrollando.

Adaptación de la tecnología a su entorno

La mayor parte de las estructuras que permanecen vigentes hoy fueron diseñadas, o al menos asentadas, por

Es seguro que muchas de las labores hoy ejercidas como tarea puramente manual, serán ampliamente realizadas por métodos derivados de la automatización avanzada

una sociedad en la que los cambios tecnológicos únicamente llegaban a tener efectividad pasadas varias décadas desde su descubrimiento. La sociedad podía, en consecuencia, irse adaptando a ellos con un cierto tiempo de «termalización», y los nuevos métodos o los nuevos conceptos eran capaces, en consecuencia, de ir calando en los diferentes entornos donde fueran a ser introducidos sin demasiados trastornos. La Universidad, a su vez, no tenía problemas para adaptarse a todo ello y, durante muchos años, podían impartirse las mismas disciplinas, casi íntegramente, sin que la sociedad le demandase más de lo que estaba haciendo.

Muy raramente se veía a científicos acercarse al entorno productivo. Eran más las tradiciones familiares de una determinada fabricación las que aseguraban el éxito de un producto que la introducción de herramientas diferentes o conceptos recién importados de otros entornos. Ejemplos de ello pueden encontrarse a lo largo de cualquier historia de la industria. Y cuando surgía la necesidad de un cambio, bien de producto o bien de técnica, se recurría más al ingenio que a la base científica. Hay ejemplos también, como es obligado, de lo contrario.

La situación hoy es exactamente la opuesta. La demanda de ciencia actual es superior, a veces, en muchas grandes industrias a la que se requiere en algunos centros académicos. Muchas empresas han llegado a crear sus propios núcleos de actualización porque la Universidad no les da lo que necesitan. El reciclaje de antiguos empleados es tanto o más necesario que el empleo de nuevos; tres ó cuatro años pueden ser suficientes para dejar obsoletos

TABLA I
EVOLUCION DEL PARQUE DE ROBOTS
INDUSTRIALES INSTALADOS
(Cantidad en miles)

	1982	1983	1984	1985
Bélgica	0,36	0,51	0,86	0,98
Dinamarca	0,06	0,08	0,11	0,16
Francia	1,0	2,0	3,4	5,9
Alemania	3,5	4,8	6,6	8,8
Italia	1,1	2,0	2,7	4,0
Japón	31,9	41,2	64,6	—
Holanda	0,07	0,12	0,21	0,35
España	—	0,43	0,52	0,68
Suecia	1,5	1,9	2,4	3,1
Gran Bretaña	0,98	1,8	2,6	3,2
Estados Unidos	6,3	9,4	13,0	20,0

TABLA II
ROBOTS INDUSTRIALES INSTALADOS
por cada 10.000 empleados

	1982		1983		1984	
	A	B	A	B	A	B
Bélgica	21,6	167	31,1	164	54,4	158
Dinamarca	15,8	38	21,1	38	—	—
Francia	7,5	1.330	15,3	1.310	26,6	1.280
Alemania	18,2	1.820	26,2	1.830	35,5	1.860
Italia	13,6	810	24,4	820	33,3	810
Japón	120	2.650	145	2.840	239	2.700
Holanda	4,5	155	13,7	153	—	—
España	—	—	—	—	10,4	500
Suecia	92	163	119	1.590	146	164
Gran Bretaña	9,0	1.090	17,1	1.050	26,0	1.000
Estados Unidos	18,9	3.330	27,9	3.360	—	—

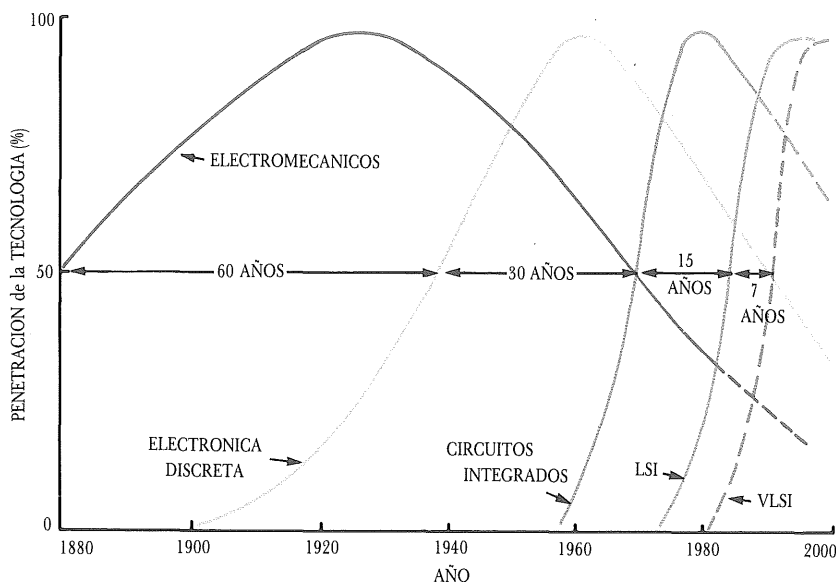
A: Robots/10.000 empleados.

B: Número de empleados en miles, en industrias del automóvil, de maquinaria eléctrica, de plásticos y del caucho.

los conocimientos de un recién titulado y es obligada su casi total readaptación. Aparece así una especie de nuevo servicio, que realmente no es tal, como parte de una estrategia global de actuación industrial: el de la educación permanente para la actualización constante de los tecnólogos. Queda detrás, evidentemente, la pregunta de quién actualiza a los actualizadores y, a su vez, cómo se introducen en el juego los conceptos que serán necesarios dentro de algunos años, dada la velocidad de cambio en la mayor parte de las nuevas tecnologías.

No hace falta resaltar este hecho pero, a modo de ejemplo, puede ser indicativo mostrar lo ocurrido en tan sólo una tecnología, la de los componentes empleados en la conmutación telefónica. Las curvas de evolución de cada una de las familias de componentes empleadas aparecen en la fig. 1, y fueron obtenidas en un estudio realizado por Irwin Dorros, director de los Laboratorios Bellcore, en USA (2). Como puede apreciarse, es bastante fácil justificar de dichas curvas el porqué del hombre de «tecnologías asesinas» que a veces se da a las nuevas tecnologías: cada una que se introduce parece destinada a tener una vida de duración casi exactamente la mitad que la anterior. De los 60 años que llegaron a tener vigencia los componentes electromecánicos se pasó a 30 con los derivados de la electrónica discreta, a unos 15 con los circuitos integrados y no más de 7 con los integrados a gran escala. Lo que se avecina puede ser totalmente

EVOLUCION DE LA TECNOLOGIA DE COMPONENTES



crítico para muchas empresas e, incluso, para las enseñanzas de la propia Universidad. Si ambas no logran establecer mecanismos que les permitan superar lo que se les avecina, es bastante probable que pierdan su sentido y con ello su razón de ser.

Nuevas tecnologías y mano de obra

¿Cuál será, pues, la evolución de la mano de obra empleada en, o derivada de, todas esas nuevas tecnologías? Y una vez más, toda posible interpretación del futuro resulta dudosa. Los ejemplos de anteriores etapas nos muestran la inutilidad de toda previsión. Es seguro que muchas de las labores hoy realizadas como tarea puramente manual serán sustituidas por métodos derivados de la automatización avanzada. La tabla I es, a modo de ejemplo, una pequeña síntesis de la evolución del parque de robots en los países más significativos (3). Este número seguirá aumentando y, consecuentemente, sus funciones reemplazarán a las desempeñadas por personas. Pero esto sólo debe implicar el desplazamiento de unas tareas hacia otras, para las que se requerirán unas diferentes habilidades. Habilidades que deberán estar más en consonancia con el carácter de las denominadas nuevas tecnologías. Así, por ejemplo, y siguiendo en el caso presentado antes de la conmutación, la introducción de nuevos conceptos, como puede ser el de la futura banda ancha, permitirá la apertura de un inmenso mercado, no existente hoy, para la instalación y la puesta en funcionamiento de todos los nuevos servicios de ella derivados. Y esto no es sino una nueva apertura del mercado de trabajo con unas características mucho más específicas que las de los actuales. Cerrar unas puertas implicará la apertura obligada de muchas otras, para las cuales será preciso contar, y así volvemos al principio del ciclo, con personal formado adecuadamente. Y, además, en formación constante.

Y si lo anterior puede ser cierto desde un punto de vista genérico, existen además otros datos que prueban de manera clara el tipo de influencia que tiene la introducción de robots sobre el mercado de trabajo. Si la tabla I daba una visión aséptica de la evolución del parque de los mismos en los países más importantes, parece que sería conveniente contrastarla con la evolución

del número de personas empleadas en esas mismas industrias en que fueron instaladas. Este dato es el que aparece en la tabla II (3). Como puede apreciarse, aparte de todo un conjunto de consideraciones marginales que pueden hacerse a partir de la misma, existe un hecho que no puede por menos de resultar significativo. Es el de que, a pesar de que en algunos países, como Italia o Francia, el número de robots instalados se triplica aproximadamente de 1982 a 1984, el de empleados se mantiene prácticamente en el mismo nivel. Falta, evidentemente, el dato de cuál es el nuevo reparto de ese personal entre las diferentes escalas y si ese personal es el mismo de hace dos años o ha variado. Pero eso sería otro estudio.

Para finalizar, resta considerar el problema de la proliferación de conceptos, multiplicados cada día en progresión hipergeométrica, la mayor parte de las veces inútiles o repetidos. Haría falta un ejército de lectores, agrupados casi como en los monasterios medievales, para extraer la mena de la ganga en todo lo que se publica, y dar, a continuación, los resultados a los formadores para que, como se dijo antes, se formen antes de formar. O quizás, y aquí vuelven a aparecer las tecnologías emergentes, dejar a las grandes máquinas que seleccionen lo fundamental. Pero, ¿quién programaría a esas grandes máquinas para que lo hiciesen y con qué criterio? En cualquier caso, el monstruo de mil cabezas, automultiplicándose constantemente, que es la información y las tecnologías que la soportan, requerirá cada vez más cuidados y, consecuentemente, cada vez serán más los que deban, de una manera u otra, alimentarle. Pero como concluye «Lo que el viento se llevó»: «After all, to-morrow is another day».

BIBLIOGRAFIA

- (1) W. A. Atherton: «From Compass to Computer». San Francisco Press, 1984.
- (2) B. Catania: «Current situation and future outlook». CSELT, 1988.
- (3) «Science and Technology Policy Outlook, 1988». OCDE.

* Jefe del Departamento de Tecnología de la Producción y de las Comunicaciones de la Secretaría General del Plan Nacional de I + D.